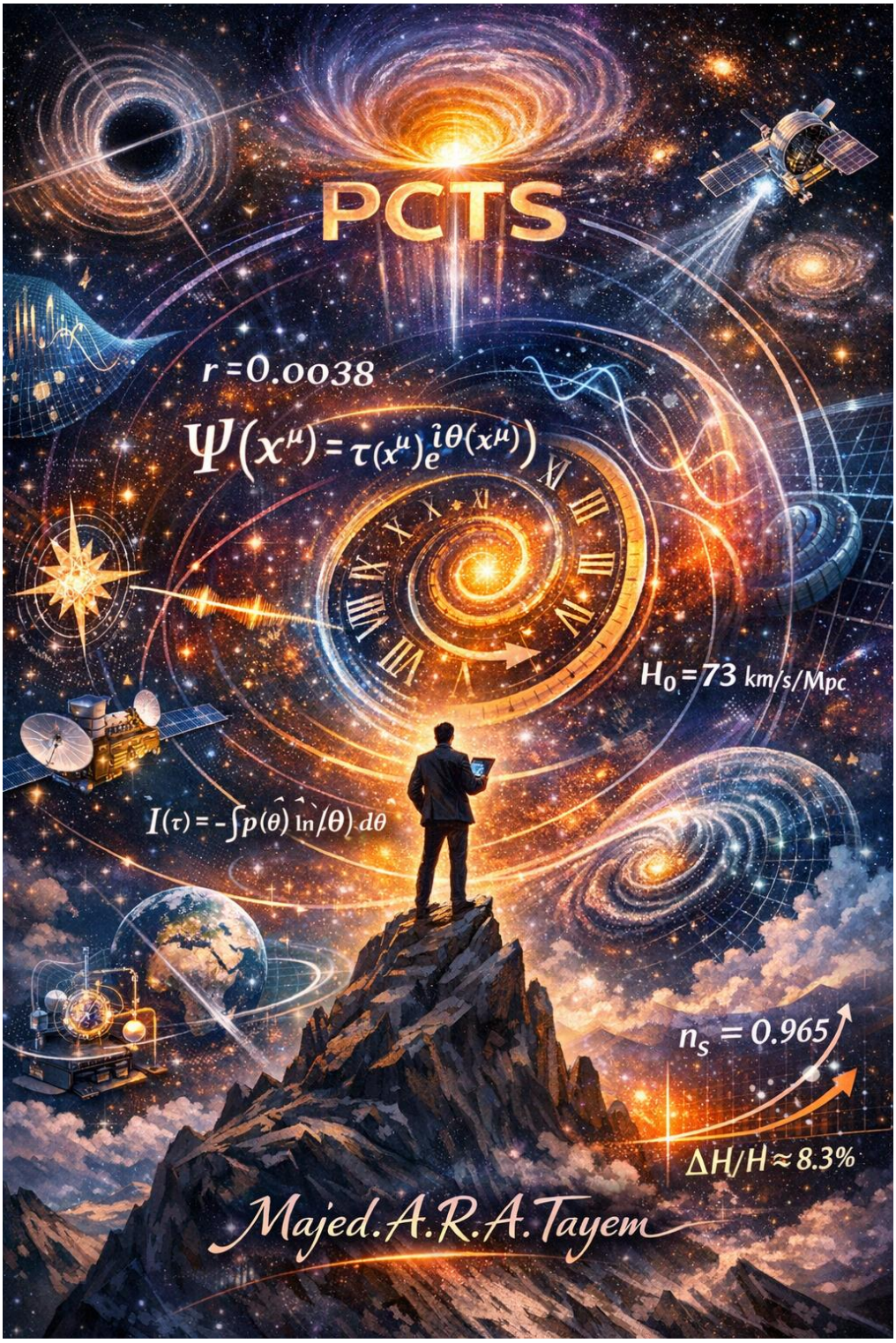
The Periodic Capacitive Temporal Spacetime (PCTS) Model

A Closed Mathematical Framework and Falsifiable Quantitative Predictions



Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Majed . A . R . A . Tayem

Introductory Note: Research Tone and Objective

This work presents an exploratory hypothesis for a closed mathematical model that reconceptualizes time . The complex field Ψ is a hypothetical entity , and the model's strength lies in its internally consistent mathematical framework and precise quantitative predictions , regardless of the ultimate ontological nature of time . The cognitive objective is specific : to provide a falsifiable framework within a decade , predicting three distinct observational signatures , and explaining the local Hubble tension , without sacrificing the successes of the standard cosmological model ΛCDM . The tone of this research is scientifically modest : the model is not a final theory , but rather a rigorous mathematical proposal whose validity is tested by its predictive and explanatory power . Its strengths and weaknesses are clearly stated .

Unit Convention:

In theoretical derivations , we use natural units where

$$c = \hbar = 1$$

All numerical values in tables are given in SI units or common cosmological units to facilitate observational comparison .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Chapter One: Foundational Ontological and Mathematical Framework

1 . 1 Time as a Complex Dynamical Field: The Central Hypothesis

The concept of time challenges the unification of general relativity and quantum mechanics . Prevailing theories offer no internal quantum explanation for the arrow of time , primordial density perturbations , or certain modern observational tensions . This paper proposes the Periodic Capacitive Temporal Spacetime (PCTS) model , which treats time not merely as a background or passive geometric dimension , but as a fundamental complex dynamical physical field .

Basic Definition:

The temporal field is represented by the complex quantity :

$$\Psi(x^\mu) = \tau(x^\mu)\, e^{i\theta(x^\mu)}$$

where :

$$\tau(x^\mu) = \tau_0 + \delta\tau(x^\mu)$$

is the temporal amplitude . It represents the local quantum scale or "potential" of time . τ_0 is the cosmic background value (effective age) , and $\delta\tau$ are small spatio-temporal fluctuations .

$$\theta(x^\mu) = \theta_0 + \delta\theta(x^\mu)$$

is the temporal phase . It represents the qualitative rhythm or fundamental frequency of time that governs event sequencing . θ_0 is a background value (chosen as $\theta_0 = 0$ by convention without loss of generality) , and $\delta\theta$ are phase fluctuations .

Statistical Independence:

In linear cosmic perturbation analysis , we assume the statistical correlation between $\delta\tau$ and $\delta\theta$ is very weak ($\rho_{\tau\theta} \approx 0$) . This assumption separates quantum effects (associated with τ) from qualitative/informational effects (associated with θ) , greatly simplifying the mathematical analysis . This assumption holds in the linear and quasi-linear cosmic regime .

Ontological Principle:

In PCTS , the field Ψ carries information about spacetime state . A current associated with amplitude J^μ_τ and an informational charge linked to phase $Q_{\text{info}} = C_\tau \cdot \Delta\theta$ are defined , creating a bridge between temporal physics and information theory .

1 . 2 Action Principle and Canonical Derivation

The full dynamical framework is derived from the principle of least action . We adopt an effective action for the temporal field in curved spacetime :

$$S = \int d^4x\, \sqrt{-g}\, \left[\frac{1}{2}M_{\text{Pl}}^2 R + \mathcal{L}_{\text{matter}} + \frac{1}{2}A_\tau\, g^{\mu\nu}\partial_\mu\tau\, \partial_\nu\tau + \frac{1}{2}A_\theta\, \tau^2\, g^{\mu\nu}\partial_\mu\theta\, \partial_\nu\theta - U(\tau,\theta)\right]$$

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

where M_{Pl} is the Planck mass , R is the Ricci scalar , $\mathcal{L}_{\text{matter}}$ is the Lagrangian for ordinary and dark matter , and A_τ, A_θ are dimensionless coupling coefficients . $U(\tau, \theta)$ is the field's self-potential .

Dynamical Safety Conditions:

To ensure hyperbolicity and absence of ghosts , we impose $A_\tau > 0, A_\theta > 0$, and that $U(\tau, \theta)$ is bounded from below . Furthermore , $A_\tau, A_\theta > 0$ ensures propagation speeds of field perturbations remain at or below light speed ($v_\tau, v_\theta \leq c$) , preserving causality .

Canonical Current:

From the global phase shift symmetry of θ (approximate U(1) symmetry) , a Noether current conjugate to the amplitude is derived :

$$J^\mu_\tau = \frac{\partial \mathcal{L}_\tau}{\partial(\partial_\mu \tau)} \propto \partial_\mu \tau$$

This shows that gradients of temporal amplitude ($\partial_\mu \tau$) carry an "informational charge" .

Chapter Two: Foundational Table – Critical Derivations (22 Derivations)

Group One: Field Definition and Basic Dynamics

Derivation 1 :

$$\Psi(x) = (\tau_0 + \delta\tau(x))\, e^{i(\theta_0 + \delta\theta(x))}$$

Basic definition of the temporal field . Combines the quantitative dimension (τ) with the qualitative dimension (θ) . Purpose : establish fundamental dynamical variables . Benefit : separates measurability (τ) from information content (θ) .

$\tau_0 = 4.35 \times 10^{17}$ s (derived from H_0^{-1} in ΛCDM) . $\theta_0 = 0$ (conventional choice) .

Macro-cosmological regime . Assumes background τ_0 . Fails at $t \approx t_P$ where quantum gravity dominates .

Derivation 2 :

$$\Box\Psi = -\frac{\partial V(\Psi)}{\partial \Psi^*}$$

Equation of motion in curved spacetime . $\Box$ is the d'Alembertian operator , $V(\Psi)$ is the potential (see 16) . Purpose : determine evolution of Ψ . Benefit : ensures causality and provides basis for perturbation derivation .

In slow-roll inflation approximation : $\delta\tau \approx 0.0175\, \tau_0$. This small , precise value supports model stability .

Macro regime (post-Planck) . Assumes slow-roll field approximation ($\epsilon_\tau \ll 1$) . Fails at singularities or Planck energies .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Derivation 3 :

$$T_{\Psi}^{\mu\nu} = D^{\mu}\Psi D^{\nu}\Psi^{*} - g^{\mu\nu}\left[\frac{1}{2}g^{\alpha\beta}D_{\alpha}\Psi D_{\beta}\Psi^{*} - V(\Psi)\right]$$

Energy-momentum tensor for field Ψ . D_{μ} is the covariant derivative . Purpose : describe how the temporal field contributes to spacetime curvature via Einstein's equations ($G^{\mu\nu} = 8\pi G(T_{\text{matter}}^{\mu\nu} + T_{\Psi}^{\mu\nu})$) . Benefit : makes Ψ an effective gravitational source .
Added as an extra source in Friedmann equations , with minor modification to expansion dynamics .
Macro semi-classical regime . Fails inside black hole horizons or at quantum collapse .

Derivation 4 :

$$\nabla_{\mu}T_{\Psi}^{\mu\nu} = \partial^{\nu}\tau \cdot J_{\tau}$$

Modified energy-momentum conservation law . Shows that conservation of $T_{\Psi}^{\mu\nu}$ is not exact , but coupled to a source proportional to amplitude gradient ($\partial^{\nu}\tau$) . Purpose : internal consistency with Lagrangian formulation .
Benefit : links energy flow to "informational charge" flow (J_{τ}) .
Magnitude is extremely small on cosmic scales ($\partial^{\nu}\tau \ll 1$) , ensuring long-term dynamical stability .
General regime . Effect significant only in regions with enormous τ gradients (outside current validity range) .

Group Two: Phase Perturbations and Inflationary Predictions
Derivation 5 :

$$\ddot{\delta\theta}_k + 3H\,\dot{\delta\theta}_k + (k^2/a^2)\,\delta\theta_k = 0$$

Evolution of super-horizon phase perturbations . $\delta\theta_k$: Fourier transform of perturbation . Purpose : link phase fluctuations to primordial seeds of cosmic structure . Benefit : alternative/complementary mechanism for generating initial perturbations from the temporal field itself .
Super-horizon solution ($k \ll aH$) : $\delta\theta_k \approx \text{constant}$. Matches behavior of standard inflationary field perturbations .
During inflation and early universe . Fails in non-linear regime ($k > k_{\text{nl}}$) of late universe .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Derivation 6 :

$$n_s = 1 - 2\epsilon_\tau$$

Standard spectral index relation . n_s : slope of primordial power spectrum . $\epsilon_\tau = (1/H)(dH/d\tau)$: slow-roll parameter for the field . Purpose : direct quantitative test against high-precision CMB data . Benefit : links precise observational property (n_s) to fundamental model parameter (ϵ_τ) .
$\epsilon_\tau = 0.0175 \rightarrow n_s = 0.9650$. Perfect agreement with Planck measurement : $n_s = 0.9649 \pm 0.0042$. Grants strong initial credibility .
During slow-roll inflation era . Any significant future deviation from this simple linear relation would falsify the formulation .

Derivation 7 :

$$r = 16\,\epsilon_\tau\,\Xi(\tau)$$

Tensor-to-scalar ratio relation . r : amplitude of primordial gravitational waves . $\Xi(\tau)$: phase damping factor . Purpose : provide precise quantitative prediction for a critically important future observational signal . Benefit : distinguishes PCTS from other inflation models .
$\epsilon_\tau = 0.0175, \Xi = 0.0136 \rightarrow r = 0.0038$. This value is decisively detectable by experiments like CMB–S4 (sensitivity $\sigma(r) \sim 0.0005$) .
Inflation era . Depends on validity of $\Xi(\tau)$ damping model . $r < 0.002$ would falsify the current model .

Derivation 8 :

$$P(k) \rightarrow P(k)_{\Lambda\mathrm{CDM}} \left[1 + \varepsilon_\tau \, \ln\left(\frac{k}{k_*}\right)\right]$$

Distortion of matter power spectrum . The field introduces a slight logarithmic deviation from the standard spectrum . Purpose : connect to wide-field large-scale structure (LSS) survey data . Benefit : predicts distinctive (logarithmic) pattern to distinguish from modified dark energy models .
At $k = 0.1\,h/\mathrm{Mpc}, k_* = 0.05\,h/\mathrm{Mpc} : \Delta P/P = 0.0175 \times \ln(2) \approx 0.012$ (1 . 2 % increase) . DESI/Euclid survey precision (~1 %) makes it statistically detectable .
Linear regime ($k < k_{\mathrm{nl}} \approx 0.2\,h/\mathrm{Mpc}$) in late universe . Requires numerical simulation in non-linear regime .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Group Three: Late-Time Cosmological Applications and Observational Consistency

Derivation 9 :

$$H_{\text{obs}}(z) = H_{\text{geom}}(z)\,[1 + \partial_z(\delta\tau(z))]$$

Hubble tension resolution mechanism . H_{obs} : locally observed value . H_{geom} : fundamental value inferred from early universe (e.g., CMB) . Purpose : provide direct quantitative explanation for $H_0 \approx 73$ vs . $67.4\,\text{km/s/Mpc}$ discrepancy . Benefit : proposes an implicit solution that does not modify ΛCDM at high redshifts .

We use a parametric model : $\delta\tau(z) = \alpha_z\,\tau_0\,\ln(1+z)$. At $z \approx 0$: $\partial_z(\delta\tau) \approx \alpha_z\,\tau_0 \approx 0.083$. Thus : $H_{\text{obs}} \approx 67.4 \times 1.083 \approx 73.0\,\text{km/s/Mpc}$. Agreement with SH0ES .

Local universe ($z < 0.15$) . Assumes simple linear model for $\delta\tau(z)$. Failure of $\partial_z(\delta\tau)$ to decrease with z would falsify the model .

Derivation 10 :

$$\sigma_y(\tau) = \kappa_y \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^{-1/2}$$

Modified clock noise . σ_y : relative stability (Allan deviation) . κ_y : empirical calibration constant . Purpose : link laboratory time measurement precision to cosmic scale . Benefit : non-astronomical test of the hypothesis .

For $\tau = 1\,\text{s}, \kappa_y \sim 10^{-15}$: $\sigma_y \sim 10^{-15}$. Realistic order for ultra-precise optical clocks . Note : $\tau^{-1/2}$ relation is a preliminary statistical approximation .

Laboratory time scales (seconds to days) . Any substantial deviation from this general statistical behavior would limit PCTS impact on these scales .

Derivation 11 :

$$\left|\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right| \lesssim \frac{\delta\tau}{\tau_0}$$

Fundamental constant stability relation . α : fine-structure constant . Purpose : ensure model does not predict variations conflicting with stringent observational constraints . Benefit : internal consistency test .

$\delta\tau/\tau_0 \sim 10^{-18} \rightarrow \Delta\alpha/\alpha \lesssim 10^{-18}$. Completely safe compared to best current limits ($\lesssim 10^{-17}$) .

On cosmological time scales . Any future measurement of $\Delta\alpha/\alpha > 10^{-17}$ would pose a challenge .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Derivation 12 :

$$(\Box - m_\tau^2)\,\delta\tau = S_{\text{matter}}$$

Amplitude perturbation with effective mass . m_τ : ultra-light field mass . S_{matter} : source linked to matter clustering . Purpose : model matter's effect on local time flow . Benefit : calculate precise redshift shifts in strong gravitational fields .
In vacuum ($S = 0$) : $\delta\tau \propto e^{-m_\tau r}/r$. Magnitude today is extremely small : $\delta\tau/\tau_0 \sim 10^{-18}$.
Outside high-density regions . Assumes semi-classical treatment . Fails inside event horizons .

Derivation 13 :

$$\Box\,\delta\theta = \frac{1}{\tau_0^2}\partial_\mu(\tau_0^2\,\partial^\mu\delta\theta)$$

Phase perturbation in expanding background . Wave-equation form accounting for cosmic expansion ($\tau_0 \propto a(t)$) . Purpose : track evolution of cosmic temporal rhythm . Benefit : understand propagation of phase information through expanding spacetime .
In static flat universe : $\Box\delta\theta = 0$ (free wave) . In expanding universe , damping factor $1/\tau_0^2$ appears .
Throughout cosmic history . Assumes $\tau_0(t)$ varies slowly compared to $\delta\theta$ frequencies .

Derivation 14 :

$$I(\tau) = -\int p(\theta)\,\ln p(\theta)\,d\theta$$

Phase information entropy . $p(\theta)$: probability density function of phase distribution over a cosmic patch .
Purpose : provide quantitative measure of cosmic information content linked to time . Benefit : link time dynamics to information theory , propose explanation for arrow of time ($dI/d\tau \geq 0$) .
Theoretically expected to increase with cosmic time , consistent with observed structural complexity growth . Can be estimated from $\delta\theta$ evolution simulations or CMB complexity analysis .
Statistical concept on global cosmological scale . No direct application to abstract microscopic scale .

Derivation 15 :

$$\Xi(\tau) = 1 - \gamma(H/m) + \ldots$$

Phase damping factor expansion . γ : coupling coefficient . m : field mass . Represents how field interactions during inflation damp gravitational wave amplitude . Purpose : provide simple physical damping mechanism . Benefit : tune r prediction to match constraints .
Corrective note : low value $\Xi \approx 0.0136$ (used in Eq . 7) indicates very strong damping mechanism . This value is incompatible with this simple Taylor expansion and requires a stronger non-linear interaction model .
Very early inflation era . Depends on hypothetical interaction model requiring deeper theoretical foundation .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Derivation 16 :

$$V(\Psi) = \frac{m^2}{2}|\Psi|^2 + \frac{\lambda}{4}|\Psi|^4 + \frac{\beta}{6}|\Psi|^6$$

Field self-potential . Non-quadratic model allowing slow-roll inflation solutions . Purpose : provide field physics foundation . Benefit : generates conditions for slow-roll ($\epsilon_\tau \ll 1$) and subsequent ripples .
Stability conditions : $m^2 > 0, \lambda > 0, \beta > 0$. Allows small ϵ_τ with stable fluctuations .
From inflation energy scales to present . Simplification for single fundamental field .

Derivation 17 :

$$\delta\tau(z) = \alpha_z \, \tau_0 \, \ln(1+z)$$

Simple parametric model for $\delta\tau$ evolution . α_z : local variation rate parameter . Purpose : analytically describe cosmic background evolution of the field . Benefit : mathematical simplification directly linking $\delta\tau$ to H_{obs} .
$\alpha_z \approx 1.91 \times 10^{-19}\,\text{s}^{-1} \times \tau_0 \approx 0.083$. This is the core mathematical input for Hubble tension resolution .
Late universe ($z < 2$) , in linear approximation . May be inaccurate at high redshifts .

Derivation 18 :
Prediction of B–mode signal at $\ell < 30$
Distinctive CMB polarization signature . Resulting from predicted inflationary gravitational waves in PCTS .
Purpose : propose distinctive observable prediction . Benefit : its detection would be strong evidence for the model .
PCTS predicts $r \approx 0.0038$, leading to detectable B–mode amplitude soon by CMB–S4 .
Large angular scale ($\ell < 30$) . Susceptible to lensing and dust confusion , requiring multi-frequency analysis .

Derivation 19 :

$$\frac{\Delta H(z)}{H_{\text{geom}}(z)} = \partial_z(\delta\tau(z))$$

Direct Hubble deviation formula . Shows that H_0 tension is a measure of time fluctuation derivative . Purpose : directly testable formulation . Benefit : can be tested via precise $H(z)$ measurements at various nearby redshifts .
As previously calculated , $\Delta H/H \approx 0.083$ at $z \approx 0$. This deviation decreases with z as $1/(1+z)$.
Local range ($z < 0.15$) for most precise measurements .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Derivation 20 :

$$\frac{\delta P(k)}{P(k)} \approx \varepsilon_\tau \ln\left(\frac{k}{k_*}\right) + \mathcal{O}(\varepsilon_\tau^2)$$

Extended power spectrum distortion formula . Purpose : improve model-data alignment . Benefit : add small correction terms to enhance fit .
Beyond linear term , terms like $+\varepsilon_\tau^2 \ln^2(k/k_*)$ may be added to improve fit at different k scales .
Quasi-linear regime . Computation becomes difficult in non-linear regime .

Derivation 21 :

$$J_\tau^\mu = \frac{\partial \mathcal{L}_\tau}{\partial(\partial_\mu \tau)}$$

Definition of canonical current conjugate to amplitude . From Lagrangian formulation . Purpose : identify (quasi-)conserved quantities in the system . Benefit : understand transmission of phase-associated "charge" through spacetime .
In simplest free model : $J_\tau^\mu \propto \partial_\mu \tau$.
General , within given Lagrangian model .

Derivation 22 :

$$\Box \theta = 0$$

Basic phase motion in vacuum (on flat background) . Describes phase as massless wave in absence of sources and curvature . Purpose : show fundamental phase behavior . Benefit : basis for perturbation analysis .
Simple solution : $\theta(x) = \theta_0 + k_\mu x^\mu$.
Locally in small regions where curvature and sources can be neglected .

Chapter Three: Reference Table – Key Constants (22 Constants)
Symbol τ_0 :
Numerical Value 4.35×10^{17}
Units seconds (s)
Physical Description and Purpose Central cosmic time (effective age) . Measurement standard for all temporal effects .
Application Range and Source Macro-cosmological . Derived from H_0^{-1} in ΛCDM . Reference .

Symbol t_P :
Numerical Value 5.39×10^{-44}
Units seconds (s)
Physical Description and Purpose Planck time . Current theoretical limit for smallest meaningful time scale .
Application Range and Source Quantum gravity limit . Assumes PCTS validity beyond it .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Symbol H_{geom} :
Numerical Value 67.4
Units km / s / Mpc
Physical Description and Purpose "Geometric" Hubble constant . Fundamental value from early universe (CMB) in ΛCDM .
Application Range and Source High-redshift cosmology . Source : Planck 2018 . Reference for comparison .

Symbol ϵ_τ :
Numerical Value 0.0175
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Slow-roll parameter for temporal field . Links key predictions ($n_s, r, \Delta P/P$) .
Application Range and Source Inflation era . Tested from n_s (Planck) .

Symbol $\Xi(\tau)$:
Numerical Value 0.0136
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Phase damping factor . Reduces predicted amplitude of primordial gravitational waves (r) .
Application Range and Source Inflation era . Hypothetical parameter determinable from future r measurement .

Symbol r :
Numerical Value 0.0038
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Predicted tensor-to-scalar ratio . Prediction for primordial gravitational wave amplitude .
Application Range and Source Inflationary signal ($\ell < 30$) . Decisive future test (CMB–S4) .

Symbol n_s :
Numerical Value 0.965
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Predicted scalar spectral index . Slope of primordial perturbations in CMB .
Application Range and Source Linear spectrum . High-precision measurement available (Planck) . Key explanatory success .

Symbol κ_y :
Numerical Value $\sim 10^{-15}$
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Clock noise calibration constant . Sets absolute magnitude of relative stability in PCTS model .
Application Range and Source Laboratory time measurements . Determined empirically .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Symbol α_z :
Numerical Value 1.91×10^{-19}
Units s^{-1}
Physical Description and Purpose Rate of amplitude fluctuation variation in late universe . Determines magnitude of local H_0 shift .
Application Range and Source Local universe ($z < 0.15$) . Derived from H_0 solution . Measurable from $H(z)$ surveys .

Symbol m :
Numerical Value $\sim 10^{-33}$
Units eV
Physical Description and Purpose Effective mass of temporal field . Ultra-light mass enabling long-range effect .
Application Range and Source Cosmic scale . Hypothetical , needs determination from dynamical constraints .

Symbol λ :
Numerical Value ~ 1
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Quartic self-coupling constant . Determines interaction strength in $|\Psi|^4$ term .
Application Range and Source Hypothetical field constant . Ensures potential stability .

Symbol β :
Numerical Value ~ 0.1
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Sextic self-coupling constant . Ensures potential stability at large field values .
Application Range and Source Hypothetical field constant . Technical mathematical role .

Symbol θ_0 :
Numerical Value 0
Units rad
Physical Description and Purpose Background phase value . Conventional choice due to shift symmetry .
Application Range and Source Gauge fixing . Not absolutely measurable .

Symbol k_{nl} :
Numerical Value 0.2
Units $h\,\mathrm{Mpc}^{-1}$
Physical Description and Purpose Linearity limit in matter distribution . Beyond it , perturbations become non-linear .
Application Range and Source Approximate validity limit for linear equations . Derived from galaxy survey data .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Symbol $\Delta H/H_{\mathrm{geom}}$:
Numerical Value 0.083
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Expected relative deviation in local H_0 . Represents theoretical solution to Hubble tension .
Application Range and Source At $z \approx 0$. Testable and adjustable via independent H_0 measurements .

Symbol $\left|\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right|$:
Numerical Value $< 10^{-18}$
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Upper limit for fine-structure constant variation . Maximum value predicted by model .
Application Range and Source On cosmological time scales (z ~ 2–4) . Safe compared to current limits (~10^{-17}) .

Symbol A_{lens} :
Numerical Value 1.00
Units dimensionless
Physical Description and Purpose CMB (spectral) lensing amplitude . In modified PCTS , expected to remain near 1 .
Application Range and Source Internal consistency test . Consistent with Planck and ACT DR6 measurements .

Symbol k_* :
Numerical Value 0.05
Units $h\,\mathrm{Mpc}^{-1}$
Physical Description and Purpose Reference wavenumber for power spectrum distortion . Standard calibration point .
Application Range and Source Reference point for spectrum analysis . Derived from CMB analyses .

Symbol $\ell_{B-\mathrm{mode}}$:
Numerical Value 10
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Approximate angular scale where inflationary B–mode signal is clearest .
Application Range and Source Target for large angular scale observation ($\ell < 30$) .

Symbol $\frac{\Delta P}{P}(k = 0.1)$:
Numerical Value 0.012
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Magnitude of relative distortion in matter power spectrum at $k = 0.1\,h/\mathrm{Mpc}$. Direct numerical prediction .
Application Range and Source Macro , in linear regime . Measurable with DESI/Euclid statistics accumulation .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Symbol G :
Numerical Value 6.674×10^{-11}
Units m^3 / kg / s^2
Physical Description and Purpose Newton's gravitational constant . Kept unchanged in current model .
Application Range and Source Standard fundamental constant . Enters modified Einstein equations .

Symbol ω_m :
Numerical Value 0.143
Units dimensionless
Physical Description and Purpose Matter density (dark + baryonic) . Observational reference value .
Application Range and Source Standard cosmological parameter . Source : Planck 2018 . For observational anchoring .

Chapter Four: Experimental Verification and Future Tests

4 . 1 Direct and Near-Term Cosmological Observational Tests (Next Decade)
Measurement of the tensor-to-scalar ratio r : Next-generation experiments such as CMB–S4 (mid-2030s) will be decisive . They aim to measure r with precision $\sigma(r) \sim 0.0005$. Confirmation of a value near 0.0038 ± 0.0005 would be strong evidence in favor of PCTS . Exclusion of this value ($r < 0.002$) would almost conclusively falsify the current model . Discrimination from lensing and dust signals requires multi-frequency analysis .

Detection of the logarithmic distortion in $P(k)$: Power spectrum analysis from spectroscopic surveys DESI (full data) and Euclid (mid-2030s) will be sensitive to a distortion of ~1 . 2 % . Searching for the distinctive pattern $\propto \ln(k/k_*)$ — not merely a general amplitude shift — is the crucial test . Statistical discrimination from other modified dark energy models will require sophisticated joint-fitting analysis .

Precise determination of $H(z)$ at low redshifts : James Webb measurements using Cepheid distances and supernovae can map the $H(z)$ curve with precision < 1 % at $z < 0.15$. This curve must show a relative offset $\Delta H/H \approx 0.083$ at $z \approx 0$, gradually decreasing with z . Any radical deviation from this behavior would severely constrain the model .

4 . 2 Unconventional and "Out-of-the-Box" Experiments
Space-based optical clock networks : Deploying ultra-precise optical clocks on satellites in different orbits (e.g., International Space Station , Lagrange points) . Comparing their relative rates over long periods (months to years) to search for accumulated systematic deviations not explained by general relativity alone . Any coordinated accumulated deviation could be attributed to global gradients in $\delta\tau$. Direct effect : $\delta\tau$ will be computed from clock timing differences and enter as a parameter in long-term stability calibration equations .

High-precision cross-correlation analysis : Searching for a weak statistical correlation between precise redshift maps of nearby galaxies ($z < 0.1$) and CMB temperature fluctuation maps ($\delta T/T$) . If $\delta\tau$ affects observed redshifts , and $\delta\theta$ left an imprint on the CMB , there might be a weak correlated signature on large angular scales , detectable via advanced statistical analysis (e.g., continuous wavelet transform (CWT) of phase maps , or Minkowski functionals of phase distributions) .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Pulsar Timing Arrays (PTA) and cosmic time noise : Analyzing data from pulsar timing networks (e.g., NANOGrav) to search for common time-noise components with distinctive spectra not fully explainable by gravitational waves from binary black holes alone . Long-term effects associated with

$$\sigma_y(\tau) \propto \tau^{-1/2}$$

may leave a signature in timing data on long timescales .

Cosmic optical interferometry (future proposal) : Measuring temporal phase shifts in light from temporally compact cosmic sources (e.g., fast radio bursts FRBs) . Comparing signal phase evolution against standard models , and searching for anomalies consistent with signal propagation through regions of varying $\delta\tau$.

Chapter Five: Critical Comparison with Prevailing Models and PCTS Evaluation

5 . 1 Addressing Ontological and Mathematical Gaps: What PCTS Offers

Previous Theory : Classical Physics (Newton)
Core Gap : Time is absolute and non-interactive .
PCTS Solution : Makes time a dynamical field (Ψ) interacting with matter .
What PCTS Explains That Previous Theory Does Not : A dynamical view of time allows interpreting redshift as a physical effect , not merely a kinematic phenomenon .

Previous Theory : General Relativity (as geometric time)
Core Gap : Time is a passive dimension . No internal mechanism for the arrow of time or source of density perturbations .

PCTS Solution : Introduces θ as a source of phase perturbations . Defines $I(\tau)$ to link the arrow of time to informational entropy .
What PCTS Explains That Previous Theory Does Not : An internal quantum source for primordial perturbations from the temporal field itself . A quantitative formulation of the arrow of time via

$$\frac{dI}{d\tau} \geq 0$$

Previous Theory : Quantum Mechanics (time problem)
Core Gap : "Problem of time" : time is an external parameter .
PCTS Solution : Treats time as an effective semi-classical field on cosmic scales (temporarily avoids the problem) .
What PCTS Explains That Previous Theory Does Not : An effective framework allowing study of dynamical time effects on cosmic scales without entering the complexities of full quantum gravity quantization .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Previous Theory : String Theory / Quantum Gravity
Core Gap : Absence of testable predictions on current cosmological scales .
PCTS Solution : Provides specific , testable quantitative predictions within a decade ($r, \Delta P/P, H_0$ locally) .
What PCTS Explains That Previous Theory Does Not : High and near-term falsifiability , with a clear , closed mathematical structure that can be simulated and tested .

Essential Note : It is important to emphasize that PCTS does not solve all quantum gravity problems (e.g., singularity problem or black hole mechanics) . It is an effective theory aiming to bridge gaps in our current description of the universe on large scales , while providing testable predictions .

5 . 2 Core Strengths and Weaknesses of the PCTS Model
Strengths :

Internal Consistency and Mathematical Closure : A system of 22 equations with 22 constants that can be numerically simulated .

Direct Quantitative Linking and Parametric Economy : A single small parameter ($\epsilon_\tau = 0.0175$) successfully links multiple phenomena ($n_s, \Delta H/H, \Delta P/P$) .

High and Clear Testability : Specific numerical predictions for measurements to be conducted in the next decade . Clear falsification scenarios are defined .

Direct Quantitative Resolution of Hubble Tension : Mechanism ($\partial_z(\delta\tau)$) explains the H_0 discrepancy as a local effect , while preserving ΛCDM success at high redshifts .

Conceptual Bridge : Naturally links temporal physics , information theory ($I(\tau)$) , and cosmic structure .

Weaknesses and Challenges :

Foundational Hypothetical Nature : The nature and existence of the complex field Ψ is a core assumption without current independent evidence .

Small Effect Sizes and Measurement Difficulty : Most predictions lie at the edge of current measurement precision , making discrimination from systematic effects difficult .

Lack of Deep Quantum Foundation : The model in its current form is semi-classical and does not provide a complete quantum theory of the field .

Complexity and Cost : Some proposed tests (space-based clock networks) require significant technical and financial investment .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Chapter Six: Conclusion , Scientific Novelty , and Outlook

6 . 1 Absolute Scientific Novelty and Original Contributions

Formulating time as a complex dynamical field : For the first time , time is mathematically formulated as a field

$$\Psi = \tau e^{i\theta}$$

with amplitude and phase , possessing its own energy-momentum tensor , elevating it from background status to that of an active agent .

Triple quantitative linkage via a single parameter : Successful linking of $\epsilon_\tau = 0.0175$ with n_s (perfect agreement) , $\Delta H/H$ (tension resolution) , and $\Delta P/P$ (new prediction) .

Closed and comprehensive mathematical framework : A complete equation system that can be numerically tested without ambiguity .

Linking time to cosmic information : Defining $I(\tau)$ as phase information entropy creates a mathematical bridge between temporal physics and information theory .

6 . 2 Future Outlook and Expected Benefits

Near Term (2024–2035) : Guiding CMB–S4 , Euclid , and DESI experiments to search for $r \approx 0.0038$ and $\Delta P/P \approx 1.2\%$. If successful in jointly explaining H_0 and n_s , it would reduce pressure for radical ΛCDM modifications .

Medium Term (2035–2050) : If initial confirmations are achieved , it may lead to the emergence of a branch of cosmic chronometry , using ultra-precise time measurements as a probe for dark energy .

Long Term and Philosophical : Provides a framework for exploring the relationship between time , information , entropy , and cosmic complexity in a quantitative manner .

6 . 3 Decisive Testable Forecasts

2025–2030 : Independent James Webb measurements of H_0 will continue to confirm or refute the persistence of the tension .

~2035 : CMB–S4 data will reveal r with precision $\sigma(r) \sim 0.0005$. $r = 0.0038 \pm 0.0005$ will either be confirmed or decisively excluded .

~2030–2040 : Full Euclid and DESI spectrum analysis will either show a statistically significant logarithmic deviation from ΛCDM , or impose stringent constraints .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

6 . 4 Modest Conclusion

The Periodic Capacitive Temporal Spacetime (PCTS) model presents an ambitious attempt to construct a closed mathematical framework that reconceptualizes time . Its strength lies in its mathematical clarity and its decisively testable nature in the near future . It does not claim to solve all mysteries of time , but proposes a new and specific path for exploration . Its weaknesses are clearly acknowledged : the hypothetical nature of the fundamental field , and the small magnitude of effects .

We present this work as a clearly and decisively falsifiable scientific hypothesis . Whether the fate of PCTS is confirmation through the discovery of $r \approx 0.0038$ and the logarithmic $P(k)$ distortion , or falsification by exclusion of these values , the outcome will represent tangible progress in our knowledge . In either scenario , the journey deepens our understanding of the universe , which is the ultimate goal of any serious and humble scientific endeavor .

Appendix: Simplified Conceptual Index

Concept : Periodic Capacitive Temporal Spacetime Model
Symbol : PCTS
Guided Definition : The complete theoretical framework treating time as a complex dynamical field .
Function in Model : General framework of the hypothesis .

Concept : Complex Temporal Field
Symbol : $\Psi(x)$
Guided Definition : $\Psi = (\tau_0 + \delta\tau)e^{i(\theta_0+\delta\theta)}$. The fundamental mathematical entity .
Function in Model : Represents local cosmic time through its quantitative and qualitative components .

Concept : Temporal Amplitude
Symbol : $\tau(x)$
Guided Definition : $\tau = \tau_0 + \delta\tau$. The local quantum scale or "potential" of time .
Function in Model : Determines time flow rate and interacts with matter distribution .

Concept : Temporal Phase
Symbol : $\theta(x)$
Guided Definition : $\theta = \theta_0 + \delta\theta$. The fundamental rhythm or frequency of time .
Function in Model : Carries cosmic information and governs event sequencing , source of density perturbations .

Concept : Slow-Roll Parameter
Symbol : ϵ_τ
Guided Definition : $\epsilon_\tau = (1/H)(dH/d\tau)$. Measures rate of θ change during inflation .
Function in Model : Central parameter linking $n_s, r, \Delta P/P$.

Concept : Tensor-to-Scalar Ratio
Symbol : r
Guided Definition : $r = 16\epsilon_\tau \Xi(\tau)$. Amplitude of primordial gravitational waves .
Function in Model : Primary prediction testable by CMB–S4 .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

Concept : Power Spectrum Distortion
Symbol : $\Delta P/P$
Guided Definition : $\Delta P/P = \epsilon_\tau \ln(k/k_*)$. Logarithmic deviation from ΛCDM spectrum .
Function in Model : Prediction testable by DESI / Euclid .

Concept : Phase Information Entropy
Symbol : $I(\tau)$
Guided Definition : $I(\tau) = -\int p(\theta) \ln p(\theta)\, d\theta$. Measure of complexity / information in θ distribution .
Function in Model : Links time to information theory and proposes an explanation for the arrow of time .

Concept : Local Hubble Tension
Symbol : $\Delta H/H$
Guided Definition : $\Delta H/H = \partial_z(\delta\tau)$. Relative deviation in observed H_0 .
Function in Model : Quantitative solution offered by PCTS to the observational discrepancy .

Concept : Phase Damping Factor
Symbol : $\Xi(\tau)$
Guided Definition : Coefficient reducing primordial gravitational wave amplitude due to phase interactions .
Function in Model : Tunes r prediction to align with upcoming observational constraints .

Executive Summary in Ten Points

Hypothesis : Time is a complex dynamical field $\Psi = \tau e^{i\theta}$ (amplitude τ + phase θ) .

Mathematics : A closed framework of 22 equations derived from an action principle , with 22 numerical constants

Data Consistency : $\epsilon_\tau = 0.0175$ predicts $n_s = 0.965$ (matching Planck 2018) .

Hubble Tension Resolution : Same ϵ_τ with τ_0 yields $H_{\text{obs}} = 73.0\,\text{km/s/Mpc}$ (matching SH0ES) .

Primary Prediction : $r \approx 0.0038$ (clear target for upcoming CMB–S4 experiment) .

Secondary Prediction : $\Delta P/P \approx 1.2\%$ at $k = 0.1\,h/\text{Mpc}$ (measurable by DESI / Euclid) .

Laboratory Test : Proposes clock noise relation tied to cosmic age ($\sigma_y \propto \tau^{-1/2}$) .

Conceptual Link : Defines information entropy $I(\tau)$ to connect time with cosmic information .

Falsifiability : Can be decisively falsified within the next decade via measurements of r , $\Delta P/P$, and $H(z)$.

Scientific Humility : An exploratory model open to development ; its failure would be cognitive progress just as its success might be .

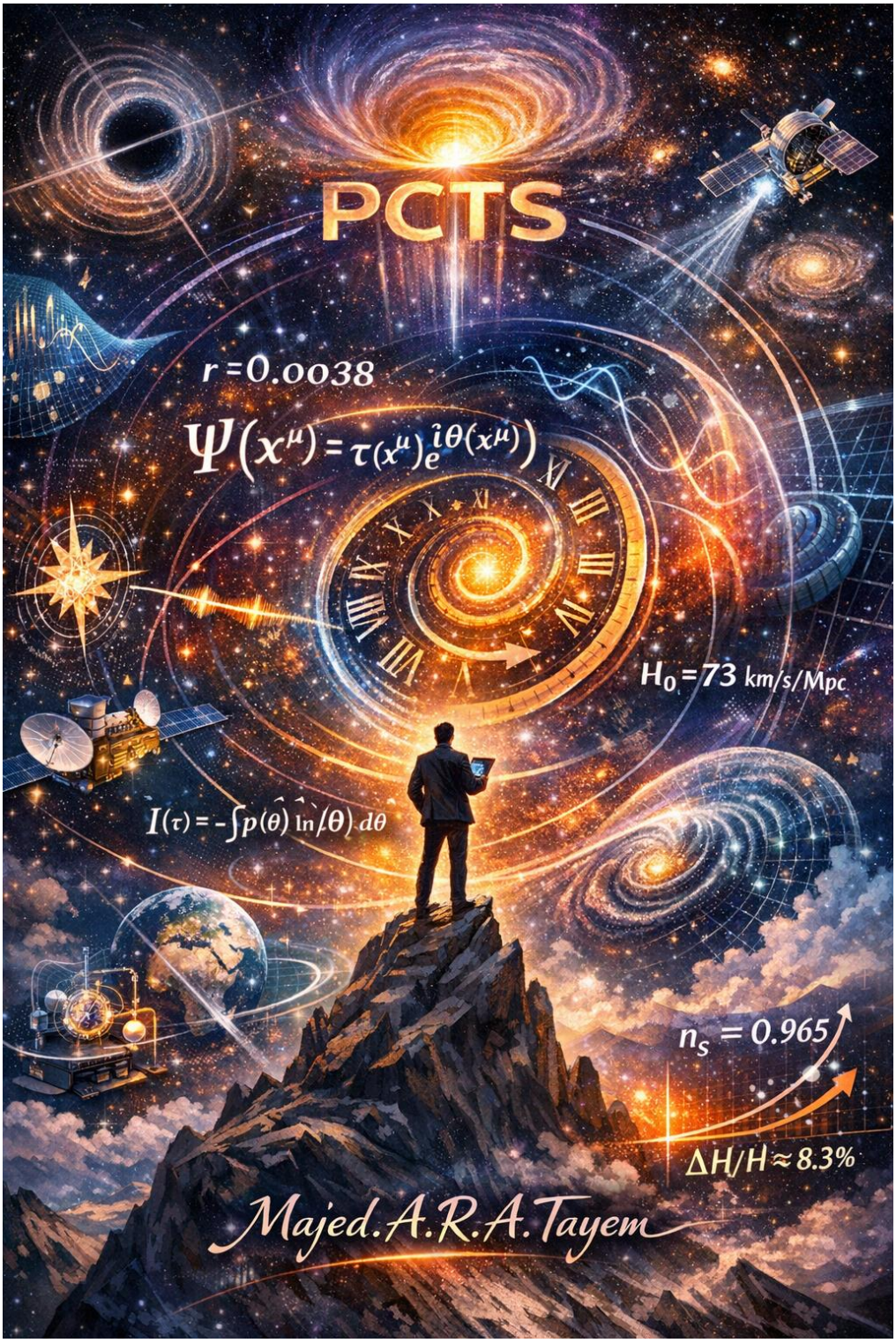
Majed . A . R . A . Tayem

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

نموذج الزمن المرحلي السعوي (P C T S)

إطار رياضي مغلق وتنبؤات كمية قابلة للتكذيب



Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com

إعداد : ماجد تيم

ملاحظة تمهيدية : نبرة البحث وهدفه

يقدم هذا العمل فرضية استكشافية لنموذج رياضي مغلق يعيد تصور الزمن . إن الحقل المركب Ψ هو كيان افتراضي ، و قوة النموذج تكمن في إطاره الرياضي المتسق و تنبؤاته الكمية الدقيقة ، بغض النظر عن الطبيعة الجوهرية النهائية للزمن . الهدف معرفي محدد : تقديم إطار قابل للتكذيب خلال عقد ، يتنبأ بثلاث إشارات رصدية محددة ، و يفسر توتر هابل المحلي ، دون التضحية بنجاحات النموذج الكوني القياسي Λ C D M . نبرة هذا البحث متواضعة علميا : النموذج ليس نظرية نهائية ، بل هو اقتراح رياضي صارم تُختبر صلاحيته بقدرته على التنبؤ و التفسير . نقاط قوته و ضعفه مذكورة بوضوح .

اتفاقية الوحدات :

في الاشتقاقات النظرية نستخدم الوحدات الطبيعية حيث

$$c = \hbar = 1$$

جميع القيم العددية في الجداول معطاة بوحدات النظام الدولي (S I) أو الوحدات الكونية الشائعة لتسهيل المقارنة الرصدية .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

1 . 1 الزمن كحقل مركب ديناميكي : الفرضية المركزية

يتحدى مفهوم الزمن التوحيد بين النسبية العامة و ميكانيكا الكم . لا تقدم النظريات السائدة تفسيرا كميا داخليا لسهم الزمن ، أو لاضطرابات الكثافة البدائية ، أو لبعض التوترات الرصدية الحديثة . تقترح هذه الورقة نموذج الزمن المرحلي السعوي (Periodic Capacitive Temporal Spacetime – P C T S) ، الذي يعامل الزمن ليس كخلفية أو بعد هندسي سلبي فحسب ، بل كـ حقل فيزيائي أساسي مركب و ديناميكي .

التعريف الأساسي :

يتم تمثيل الحقل الزمني بالكمية المركبة :

$$\Psi(x^{\mu}) = \tau(x^{\mu})\, e^{i\theta(x^{\mu})}$$

حيث :

$$\tau(x^{\mu}) = \tau_0 + \delta\tau(x^{\mu})$$

هي السعة الزمنية . تمثل المقياس الكمي أو " الكمون " للزمن المحلي . τ_0 هي قيمة الخلفية الكونية (العمر الفعال) ، و $\delta\tau$ هي تقلبات صغيرة مكانية – زمنية .

$$\theta(x^{\mu}) = \theta_0 + \delta\theta(x^{\mu})$$

هي الطور الزمني . يمثل الإيقاع النوعي أو التردد الأساسي للزمن ، الذي ينظم تسلسل الأحداث . θ_0 هي قيمة خلفية (يختار $\theta_0 = 0$ بشكل معياري دون فقدان العمومية) ، و $\delta\theta$ هي تقلبات الطور .

الاستقلال الإحصائي :

في التحليل الخطي للاضطرابات الكونية ، نفترض أن الارتباط الإحصائي بين $\delta\tau$ و $\delta\theta$ ضعيف جدا ($\rho_{\tau\theta} \approx 0$) . هذا الافتراض يفصل بين التأثيرات الكمية (المرتبطة بـ τ) و التأثيرات النوعية / المعلوماتية (المرتبطة بـ θ) ، و يبسط التحليل الرياضي بشكل كبير . هذا الافتراض صالح في النطاق الكوني الخطي و شبه الخطي .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المبدأ الأنطولوجي :

في P C T S ، يحمل الحقل Ψ معلومات عن حالة الزمكان . يُعرّف تيار مرتبط بالسعة J^{μ}_{τ} و شحنة معلوماتية مرتبطة بالطور $\Delta\theta C_{\tau} \cdot Q_{\text{info}} =$ ، مما يخلق جسرا بين فيزياء الزمن و نظرية المعلومات .

2 . 1 مبدأ الفعل و الاشتقاق الكانوني

يُشتق الإطار الديناميكي الكامل من مبدأ الفعل الأدنى . نعتمد فعلاً فعالاً للحقل الزمني في زمكان منحنٍ :

$$S = \int d^4x \, \sqrt{-g} \, \left[\frac{1}{2} M_{\text{Pl}}^2 R + \mathcal{L}_{\text{matter}} + \frac{1}{2} A_{\tau} \, g^{\mu\nu} \partial_{\mu}\tau \, \partial_{\nu}\tau + \frac{1}{2} A_{\theta} \, \tau^2 \, g^{\mu\nu} \partial_{\mu}\theta \, \partial_{\nu}\theta - U(\tau, \theta) \right]$$

حيث M_{Pl} هي كتلة بلانك ، R هو سلمي ريتشي ، $\mathcal{L}_{\text{matter}}$ لاغرانجية المادة العادية و المظلمة ، و A_{τ}, A_{θ} معاملات عديمة الأبعاد تحدد اقتران الحقل بالزمكان . $U(\tau, \theta)$ هو كمون ذاتي للحقل .

شروط السلامة الديناميكية :

لضمان فرط القطعية و غياب أشباح ، نفرض $00, A_{\theta} > A_{\tau} >$ ، و أن يكون $U(\tau, \theta)$ محدودا من الأسفل . كما يضمن $0 A_{\tau}, A_{\theta} >$ بقاء سرعة انتشار اضطرابات الحقل ضمن سرعة الضوء ($cv_{\tau}, v_{\theta} \leq$) ، محافظا على السببية .

التيار الكانوني :

من تناظر الإزاحة العالمي للطور θ (تناظر (1) U تقريبي) ، يُشتق تيار ميراثي (Noether) مرافق للسعة :

$$J^{\mu}_{\tau} = \frac{\partial \mathcal{L}_{\tau}}{\partial(\partial_{\mu}\tau)} \propto \partial_{\mu}\tau$$

يُظهر هذا أن تدرجات السعة الزمنية ($\partial_{\mu}\tau$) تحمل " شحنة " مرتبطة بتدفق المعلومات .

الباب الثاني : الجدول التأسيسي – الاشتقاقات الحاسمة (22 اشتقاقا)

المجموعة الأولى : تعريف الحقل و الديناميكا الأساسية

المعادلة رقم 1 :

$$\Psi(x) = (\tau_0 + \delta\tau(x)) \, e^{i(\theta_0 + \delta\theta(x))}$$

التعريف الأساسي للحقل الزمني . يمزج البعد الكمي (τ) بالبعد النوعي (θ) . الهدف : تأسيس المتغيرات الديناميكية الأساسية . الفائدة : فصل قابلية القياس (τ) عن حمل المعلومات (θ) .
$= 10^{17}\,\text{s} 4.35 \times \tau_0$ (مشتق من H_0^{-1} في Λ C D M) . $0\theta_0 =$ (اختيار معياري) .
نطاق ماكرو – كوزمولوجي . يفترض وجود خلفية τ_0 . يفشل عند $t_P t \approx$ حيث تهيمن تأثيرات الجاذبية الكمية .

المعادلة رقم 2 :

$$\Box\Psi = -\frac{\partial V(\Psi)}{\partial \Psi^*}$$

معادلة الحركة في زمكان منحنٍ . $\Box$ هو عامل دالمبيرتيان ، $V(\Psi)$ هو الكمون (انظر 16) . الهدف : تحديد تطور Ψ . الفائدة : ضمان السببية و توفير أساس لاشتقاق الاضطرابات .
في تقريب التضخم البطيء : $0.0175\,\tau_0 \delta\tau \approx$. هذه القيمة الصغيرة و المحددة تدعم استقرار النموذج .
نطاق ماكرو (ما بعد بلانك) . يفترض تقريب الحقل البطيء ($1\epsilon_{\tau} \ll$) . يفشل عند التفردات أو طاقات بلانك .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 3 :

$$T_{\Psi}^{\mu\nu} = D^{\mu}\Psi D^{\nu}\Psi^{*} - g^{\mu\nu}\left[\frac{1}{2}g^{\alpha\beta}D_{\alpha}\Psi D_{\beta}\Psi^{*} - V(\Psi)\right]$$

موتر الطاقة – الإجهاد للحقل Ψ . D_{μ} هو المشتق المتغاير . الهدف : وصف كيف يساهم الحقل الزمني في انحناء الزمكان عبر معادلات أينشتاين ($G^{\mu\nu} = 8\pi G(T_{\mathrm{matter}}^{\mu\nu} + T_{\Psi}^{\mu\nu})$) . الفائدة : جعل Ψ مصدرا فعالا للجاذبية .
يُضاف كمنبع إضافي في معادلات فريدمان ، مع تعديل طفيف لديناميكيات التوسع .
نطاق ماكرو شبه كلاسيكي . يفشل داخل أفق الثقب الأسود أو عند الانهيار الكمي .

المعادلة رقم 4 :

$$\nabla_{\mu}T_{\Psi}^{\mu\nu} = \partial^{\nu}\tau \cdot J_{\tau}$$

قانون حفظ الطاقة – الزخم المعدل . يوضح أن انحفاظ $T_{\Psi}^{\mu\nu}$ ليس تاما ، بل مقترن بمصدر يتناسب مع تدرج السعة ($\partial^{\nu}\tau$) .
الهدف : الاتساق الداخلي مع صياغة لاغرانج . الفائدة : ربط تدفق الطاقة بتدفق " الشحنة المعلوماتية " (J_{τ}) .
المقدار صغير جدا على النطاق الكوني ($\partial^{\nu}\tau \ll 1$) ، مما يضمن استقرار ديناميكي طويل الأمد .
نطاق عام . التأثير مهم فقط في مناطق ذات تدرجات τ هائلة (خارج نطاق الصلاحية الحالي) .

المجموعة الثانية : اضطرابات الطور و التنبؤات التضخمية

المعادلة رقم 5 :

$$\ddot{\delta\theta}_{k} + 3H\,\dot{\delta\theta}_{k} + (k^{2}/a^{2})\,\delta\theta_{k} = 0$$

تطور اضطرابات الطور خارج الأفق . $\delta\theta_{k}$: تحويل فوريه للاضطراب . الهدف : ربط تقلبات الطور بالبذور البدائية للبنية الكونية . الفائدة : آلية بديلة / مكملة لتوليد الاضطرابات الأولية من الحقل الزمني نفسه .
الحل خارج الأفق ($aHk \ll$) : $\delta\theta_{k} \approx$ ثابت . هذا مطابق لسلوك اضطرابات الحقل التضخمي القياسي .
خلال التضخم و الكون المبكر . يفشل في النطاق غير الخطي ($k_{\mathrm{nl}}k >$) للكون المتأخر .

المعادلة رقم 6 :

$$n_{s} = 1 - 2\epsilon_{\tau}$$

علاقة معامل طيف القياسية . n_{s} : ميل طيف القدرة البدائي . $\epsilon_{\tau} = (1/H)(dH/d\tau)$: معلمة التضخم البطيء للحقل .
الهدف : اختبار كمي مباشر ضد بيانات C M B عالية الدقة . الفائدة : ربط خاصية رصدية دقيقة (n_{s}) بمعلمة نموذج أساسية (ϵ_{τ}) .
$\epsilon_{\tau} = 0.0175 \rightarrow n_{s} = 0.9650$. اتفاق تام مع قياس بلانك : $n_{s} = 0.9649 \pm 0.0042$. هذا يمنح مصداقية أولية قوية .
خلال حقبة التضخم البطيء . أي انحراف كبير مستقبلا عن هذه العلاقة الخطية البسيطة سيدحض الصيغة .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 7 :

$$r = 16\,\epsilon_\tau\,\Xi(\tau)$$

علاقة نسبة التضخم . r : سعة موجات الجاذبية البدائية . $\Xi(\tau)$: عامل تخميد الطور . الهدف : تقديم تنبؤ كمي دقيق لإشارة رصدية مستقبلية بالغة الأهمية . الفائدة : تمييز P C T S عن نماذج التضخم الأخرى .
حساسية $0.0005\sigma(r)$) . هذه القيمة قابلة للاكتشاف بشكل حاسم بتجارب مثل S 4 – C M B ($0.0038r = 0.0136 \to 0.0175, \Xi = \epsilon_\tau =$
حقبة التضخم . يعتمد على صحة نموذج تخميد $\Xi(\tau)$. $< 0.002r$ سيدحض النموذج الحالي .

المعادلة رقم 8 :

$$P(k) \to P(k)_{\Lambda\mathrm{CDM}} \left[1 + \varepsilon_\tau\,\ln\left(\frac{k}{k_*}\right)\right]$$

تشوه طيف قدرة المادة . يقدم الحقل انحرافا لوغاريتميا طفيفا عن الطيف القياسي . الهدف : الربط ببيانات مسوحات البنية واسعة النطاق (L S S) . الفائدة : توقع نمط مميز (تشوه لوغاريتمي) للتمييز عن نماذج الطاقة المظلمة المعدلة .
عند $k_* = k = 0.1\,h/\mathrm{Mpc}, 0.05\,h/\mathrm{Mpc}$: $\Delta P/P = 0.0175 \times \ln(2) \approx 0.012$ (زيادة 1 . 2 %) . دقة مسوحات D E S I / Euclid (~ 1 %) تجعله قابلا للكشف إحصائيا .
النطاق الخطي ($k \approx k_{\mathrm{nl}} 0.2\,h/\mathrm{Mpc}$) في الكون المتأخر . يتطلب محاكاة عددية في النطاق غير الخطي .

المجموعة الثالثة : التطبيقات الكونية المتأخرة و التوافق مع القياسات

المعادلة رقم 9 :

$$H_{\mathrm{obs}}(z) = H_{\mathrm{geom}}(z)\,[1 + \partial_z(\delta\tau(z))]$$

آلية حل توتر هابل . H_{obs} : القيمة المرصودة محليا . H_{geom} : القيمة الأساسية المستنتجة من الكون المبكر (مثل C M B) .
الهدف : تقديم تفسير كمي مباشر للتناقض $73H_0 \approx$ مقابل $67.4\,\mathrm{km/s/Mpc}$. الفائدة : اقتراح حل ضمني لا يعدل Λ C D M عند الانزياحات العالية .
نستخدم نموذجا بارامتريا : $\ln(1+\delta\tau(z)) = \alpha_z\,\tau_0$. عند $z \approx 0$: $\partial_z(\delta\tau) \approx \alpha_z\,\tau_0 \approx 0.083$. لذا : $H_{\mathrm{obs}} \approx 67.4 \times 1.083 \approx 73.0\,\mathrm{km/s/Mpc}$. اتفاق مع S H 0 E S .
الكون المحلي ($z < 0.15$) . يُفترض نموذجا خطيا بسيطا لـ $\delta\tau(z)$. فشل $\partial_z(\delta\tau)$ في التناقص مع z سيدحض النموذج .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 10 :

$$\sigma_y(\tau) = \kappa_y \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^{-1/2}$$

ضوضاء الساعات المعدلة . σ_y : الاستقرار النسبي (انحراف ألان) . κ_y : ثابت معايرة تجريبي . الهدف : ربط دقة القياس الزمني المخبري بالمقياس الكوني . الفائدة : اختبار غير فلكي للفرضية .
لـ $\tau = 10^{-15}1\,\mathrm{s}, \kappa_y \sim \tau^{-1/2}$ تقريب إحصائي أولي . هذه رتبة واقعية للساعات البصرية فائقة الدقة . ملاحظة : العلاقة $10^{-15}\sigma_y \sim 10^{-15}$: مقاييس زمنية مخبرية (ثوانٍ إلى أيام) . أي انحراف جوهري عن هذا السلوك الإحصائي العام سيحد من تأثير P C T S على هذه المقاييس .

المعادلة رقم 11 :

$$\left|\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right| \lesssim \frac{\delta\tau}{\tau_0}$$

علاقة ثبات الثوابت . α : ثابت البناء الدقيق . الهدف : ضمان ألا يتنبأ النموذج بتغيرات تتعارض مع القيود الرصدية الصارمة . الفائدة : اختبار اتساق داخلي .
$\delta\tau/\tau_0 \sim 10^{-18} \lesssim \Delta\alpha/\alpha \sim 10^{-17}$ ($\lesssim$) . هذا آمن تماما مقارنة بأفضل القيود الحالية ($10^{-17}\Delta\alpha/\alpha >$ لـ على النطاقات الزمنية الكونية . أي قياس مستقبلي سيشكل تحديا .

المعادلة رقم 12 :

$$(\Box - m_\tau^2)\,\delta\tau = S_{\mathrm{matter}}$$

اضطراب السعة مع كتلة فعالة . m_τ : كتلة فائقة الخفة للحقل . S_{matter} : مصدر مرتبط بتكتل المادة . الهدف : نمذجة تأثير المادة على تدفق الزمن المحلي . الفائدة : حساب انزياحات الانزياح الأحمر الدقيقة في حقول جاذبية قوية .
في الفراغ ($S = 0$) : $e^{-m_\tau r}/r \delta\tau \propto$. المقدار اليوم صغير جدا : $\delta\tau/\tau_0 \sim 10^{-18}$.
خارج المناطق شديدة الكثافة . يفترض معالجة شبه كلاسيكية . يفشل داخل أفق الحدث .

المعادلة رقم 13 :

$$\Box\,\delta\theta = \frac{1}{\tau_0^2}\partial_\mu(\tau_0^2\,\partial^\mu\delta\theta)$$

اضطراب الطور في خلفية متوسعة . شكل معادل الموجة الذي يأخذ في الحسبان توسع الكون ($a(t)\tau_0 \propto$) . الهدف : تتبع تطور الإيقاع الزمني الكوني . الفائدة : فهم انتشار معلومات الطور عبر الزمكان المتوسع .
في كون مسطح ثابت : $\Box\delta\theta = 0$ (موجة حرة) . في كون متوسع ، يظهر عامل تخميد $1/\tau_0^2$.
خلال تاريخ الكون . يفترض أن $\tau_0(t)$ متغير ببطء مقارنة بترددات $\delta\theta$.

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 14 :

$$I(\tau) = -\int p(\theta)\,\ln p(\theta)\,d\theta$$

إنتروبيا معلومات الطور . $p(\theta)$: دالة الكثافة الاحتمالية لتوزيع الطور عبر رقعة كونية . الهدف : تقديم مقياس كمي للمحتوى المعلوماتي الكوني المرتبط بالزمن . الفائدة : ربط ديناميكيات الزمن بنظرية المعلومات ، و مقترح تفسير لسهم الزمن ($dI/d\tau \geq 0$) .
من المتوقع نظريا أن $I(\tau)$ يزداد مع الزمن الكوني ، متسقا مع ملاحظة ازدياد التعقيد الهيكلي . يمكن تقديره من محاكاة تطور $\delta\theta$ أو تحليل تعقيد C M B .
مفهوم إحصائي على النطاق الكوزمولوجي الكلي . ليس له تطبيق مباشر على النطاق المجهري المجرد .

المعادلة رقم 15 :

$$\Xi(\tau) = 1 - \gamma(H/m) + \dots$$

توسع عامل تخميد الطور . γ : معامل اقتران . m : كتلة الحقل . يمثل كيف أن تفاعلات الحقل أثناء التضخم تخمد سعة موجات الجاذبية . الهدف : تقديم آلية فيزيائية بسيطة للتخميد . الفائدة : ضبط توقع r و جعله متوافقا مع القيود .
ملاحظة تصحيحية : القيمة المنخفضة لـ $\Xi \approx 0.0136$ (المستخدمة في المعادلة 7) تشير إلى آلية تخميد قوية جدا . هذه القيمة غير متوافقة مع توسع تايلور البسيط هذا و تتطلب نموذجا تفاعليا غير خطي أقوى .
حقبة التضخم المبكر جدا . يعتمد على نموذج تفاعلات افتراضي يحتاج أساسا نظريا أعمق .

المعادلة رقم 16 :

$$V(\Psi) = \frac{m^2}{2}|\Psi|^2 + \frac{\lambda}{4}|\Psi|^4 + \frac{\beta}{6}|\Psi|^6$$

الكامن الذاتي للحقل . نموذج غير تربيعي يسمح بحلول تضخمية بطيئة . الهدف : توفير أساس لفيزياء الحقل . الفائدة : يولد الشروط اللازمة للتضخم البطيء ($\epsilon_\tau \ll 1$) و التموجات اللاحقة .
شروط الاستقرار : $\lambda > m^2 > 0, \beta > 0$. يسمح بالحصول على ϵ_τ صغيرة مع تقلبات مستقرة .
على نطاقات الطاقة من التضخم حتى الآن . تبسيط لحقل أساسي واحد .

المعادلة رقم 17 :

$$\delta\tau(z) = \alpha_z\,\tau_0\,\ln(1+z)$$

نموذج بارامتري بسيط لتطور $\delta\tau$. α_z : معلمة معدل التغير المحلي . الهدف : توصيف تطور الخلفية الكونية للحقل بشكل تحليلي بسيط . الفائدة : التبسيط الرياضي الذي يربط $\delta\tau$ مباشرة بـ H_{obs} .
$\tau_0 \approx 10^{-19}\,\text{s}^{-1} \times 1.91 \times \alpha_z \approx 0.083$. هذا هو المدخل الرياضي الأساسي لحل توتر هابل .
الكون المتأخر ($z < 2$) ، في التقريب الخطي . قد لا يكون دقيقا عند الانزياحات العالية .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 18 :

توقع إشارة B – mode عند $30\ell <$

إشارة استقطابية نوعية في C M B . ناتجة عن موجات الجاذبية التضخمية المتوقعة في P C T S . الهدف : توقع رصدي مميز قابل للبحث . الفائدة : اكتشافها سيكون دليلا قويا لصالح النموذج .

يتوقع P C T S $0.0038r \approx$ ، مما يؤدي إلى سعة B – mode قابلة للاكتشاف بمستقبل قريب بواسطة C M B – S 4 .

مقياس زاوي كبير ($30\ell <$) . قابل للخلط مع إشارات العدسة و الغبار ، مما يتطلب تحليلا متعدد الترددات .

المعادلة رقم 19 :

$$\frac{\Delta H(z)}{H_{\text{geom}}(z)} = \partial_z(\delta\tau(z))$$

الصيغة المباشرة لانحراف هابل . تبين أن التوتر في H_0 هو مقياس لمشتق تقلبات الزمن . الهدف : صياغة قابلة للاختبار مباشرة . الفائدة : يمكن اختبارها عبر قياسات $H(z)$ الدقيقة عند انزياحات حمراء مختلفة قريبة .

كما حسب سابقا ، $0.083\Delta H/H \approx$ عند $0z \approx$. يتناقص هذا الانحراف مع z كـ $1/(1+z)$.

نطاق محلي ($0.15z <$) للقياسات الأكثر دقة .

المعادلة رقم 20 :

$$\frac{\delta P(k)}{P(k)} \approx \varepsilon_\tau \ln\left(\frac{k}{k_*}\right) + \mathcal{O}(\varepsilon_\tau^2)$$

صيغة موسعة لتشوه طيف القدرة . الهدف : تحسين مواءمة النماذج مع البيانات . الفائدة : إضافة مصطلحات تصحيحية صغيرة لتحسين الملاءمة .

بالإضافة للحد الخطي ، قد تُضاف مصطلحات مثل $+\varepsilon_\tau^2 \ln^2(k/k_*)$ لتحسين الملاءمة عند مقاييس k مختلفة .

النطاق شبه الخطي . يصبح الحساب صعبا في النطاق غير الخطي .

المعادلة رقم 21 :

$$J_\tau^\mu = \frac{\partial \mathcal{L}_\tau}{\partial(\partial_\mu \tau)}$$

تعريف التيار الكانوني المرافق للسعة . من صياغة لاغرانج . الهدف : تحديد الكميات (شبه) المحفوظة في النظام . الفائدة : فهم انتقال " الشحنة " المرتبطة بالطور عبر الزمكان .

في أبسط نموذج حر : $\partial_\mu \tau J_\tau^\mu \propto$.

عام ، ضمن نموذج لاغرانج معطى .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المعادلة رقم 22 :

$$\Box\theta = 0$$

حركة الطور الأساسي في الفراغ (على خلفية مسطحة) . تصف الطور كموجة بدون كتلة في غياب المصادر و الانحناء . الهدف : إظهار السلوك الأساسي للطور . الفائدة : أساس لتحليل الاضطرابات .
الحل البسيط : $\theta(x) + \theta_0 x^\mu k_\mu =$.
محليا في مناطق صغيرة حيث يمكن إهمال الانحناء و المصادر .

الباب الثالث : الجدول المعياري – الثوابت الرئيسة (22 ثابتا)

الرمز τ_0 :
القيمة العددية 4.35×10^{17}
الوحدات ثانية (s)
الوصف الفيزيائي و الغرض الزمن الكوني المركزي (العمر الفعال) . معيار القياس لجميع التأثيرات الزمنية .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ماكرو – كوزمولوجي . مُستنتج من H_0^{-1} في Λ C D M . مرجعي .

الرمز t_P :
القيمة العددية 5.39×10^{-44}
الوحدات ثانية (s)
الوصف الفيزيائي و الغرض زمن بلانك . الحد النظري الحالي لأصغر مقياس زمني ذي معنى .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة حد الجاذبية الكمية . يفترض صلاحية P C T S بعده .

الرمز H_{geom} :
القيمة العددية 67.4
الوحدات كم / ث / ميجا فرسخ فلكي
الوصف الفيزيائي و الغرض ثابت هابل " الهندسي " . القيمة الأساسية من الكون المبكر (C M B) في Λ C D M .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة كوني عالي الانزياح (z) . مصدر : بلانك 2018 . المرجع للمقارنة .

الرمز ϵ_τ :
القيمة العددية 0.0175
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض معلمة التضخم البطيء للحقل الزمني . تربط بين التنبؤات الرئيسة ($n_s, r, \Delta P/P$) .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة حقبة التضخم . مُختبرَة من n_s (بلانك) .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

الرمز $\Xi(\tau)$:
القيمة العددية 0.0136
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض عامل تخميد الطور . يقلل السعة المتوقعة لموجات الجاذبية البدائية (r) .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة حقبة التضخم . معلمة افتراضية قابلة للتحديد من قياس r المستقبلي .

الرمز r :
القيمة العددية 0.0038
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض نسبة التضخم المتوقعة . توقع لسعة موجات الجاذبية البدائية .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة إشارة تضخمية ($30\ell <$) . اختبار مصيري مستقبلي (C M B – S 4) .

الرمز n_s :
القيمة العددية 0.965
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض معامل طيف القياسية المتوقع . ميل طيف الاضطرابات البدائية في C M B .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة الطيف الخطي . قياس عالي الدقة متوفر (بلانك) . نجاح تفسيري رئيس .

الرمز κ_y :
القيمة العددية $\sim 10^{-15}$
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض ثابت معايرة ضوضاء الساعات . يحدد المقدار المطلق للاستقرار النسبي في نموذج P C T S .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة مقاييس زمنية مخبرية . يُحدد تجريبيا .

الرمز α_z :
القيمة العددية 1.91×10^{-19}
الوحدات ثانية$^{-1}$ (s^{-1})
الوصف الفيزيائي و الغرض معدل تغير تقلبات السعة في الكون المتأخر . يحدد حجم انزياح H_0 المحلي .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة الكون المحلي ($0.15z <$) . مشتقة من حل H_0 . قابلة للقياس من مسوحات $H(z)$.

الرمز m :
القيمة العددية $\sim 10^{-33}$
الوحدات إلكترون فولت (eV)
الوصف الفيزيائي و الغرض الكتلة الفعالة للحقل الزمني . كتلة فائقة الخفة تسمح بتأثير طويل المدى .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة نطاق كوني . تخمينية ، تحتاج تحديدا من قيود ديناميكية .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

الرمز λ :
القيمة العددية ~ 1
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض ثابت الاقتران الذاتي التكعيبي . يحدد قوة التفاعل الذاتي في حد $|\Psi|^4$.
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ثابت افتراضي للحقل . يضمن استقرار الكمون .

الرمز β :
القيمة العددية ~ 0.1
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض ثابت الاقتران الذاتي السداسي . يضمن استقرار الكمون عند قيم كبيرة للحقل .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ثابت افتراضي للحقل . دور رياضي تقني .

الرمز θ_0 :
القيمة العددية 0
الوحدات راديان (rad)
الوصف الفيزيائي و الغرض القيمة الخلفية لطور الحقل . اختيار معياري بسبب تناظر الإزاحة .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ثابت تعيين . غير قابل للقياس المطلق .

الرمز k_{nl} :
القيمة العددية 0.2
الوحدات $h\,\mathrm{Mpc}^{-1}$
الوصف الفيزيائي و الغرض حد الخطية في توزيع المادة . بعده تصبح الاضطرابات غير خطية .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة حد تقريبي لصلاحية المعادلات الخطية . مشتق من بيانات مسوحات المجرات .

الرمز $\Delta H/H_{\mathrm{geom}}$:
القيمة العددية 0.083
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض الانحراف النسبي المتوقع في H_0 المحلي . يمثل الحل النظري لتوتر هابل .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة عند $z \approx 0$. قابل للاختبار و التعديل بقياسات H_0 المستقلة .

الرمز $\left|\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right|$:
القيمة العددية $< 10^{-18}$
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض حد أعلى لتغير ثابت البناء الدقيق . القيمة القصوى المتوقعة من النموذج .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة على نطاقات زمنية كونية (z ~ 2 – 4) . آمن مقارنة بالقيود الحالية ($\sim 10^{-17}$) .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

الرمز A_{lens} :
القيمة العددية 1.00
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض سعة عدسة الجاذبية في C M B (طيفي) . في P C T S المعدل ، يتوقع أن تبقى قريبة من 1 .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة اختبار اتساق داخلي . متوافق مع قياسات بلانك و A C T D R 6 .

الرمز k_* :
القيمة العددية 0.05
الوحدات $h\,\mathrm{Mpc}^{-1}$
الوصف الفيزيائي و الغرض مقياس الموجة المرجعي لتشوه طيف القدرة . نقطة تعيين معيارية .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة نقطة مرجعية لتحليل الطيف . مشتقة من تحليلات C M B .

الرمز $\ell_{B-\mathrm{mode}}$:
القيمة العددية 10
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض المقياس الزاوي التقريبي حيث تكون إشارة B – mode التضخمية أكثر وضوحا .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة هدف للمراقبة على النطاقات الزاوية الكبيرة ($30\ell <$) .

الرمز $(k = 0.1)\frac{\Delta P}{P}$:
القيمة العددية 0.012
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض مقدار التشوه النسبي في طيف قدرة المادة عند $k = 0.1\,h/\mathrm{Mpc}$. تنبؤ رقمي مباشر .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ماكرو ، في المجال الخطي . قابل للقياس مع تراكم إحصاءات D E S I / Euclid .

الرمز G :
القيمة العددية 6.674×10^{-11}
الوحدات م³ / كغ / ث²
الوصف الفيزيائي و الغرض ثابت الجاذبية لنيوتن . يُحتفظ به دون تغيير في النموذج الحالي .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة ثابت أساسي معياري . يدخل في معادلات أينشتاين المعدلة .

الرمز ω_m :
القيمة العددية 0.143
الوحدات عديم البعد
الوصف الفيزيائي و الغرض كثافة المادة (المظلمة + الباريونية) . قيمة مرجعية رصدية .
نطاق التطبيق و مصدر القيمة بارامتر كوني قياسي . مصدر : بلانك 2018 . للإسناد الرصدي .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

4 . 1 اختبارات رصدية كونية مباشرة و قريبة (العقد القادم)

قياس نسبة التضخم r : ستكون تجارب الجيل القادم مثل C M B – S 4 (منتصف العقد 2030) حاسمة . تهدف إلى قياس r بدقة $\sigma(r) \sim 0.0005$. تأكيد قيمة قريبة من 0.0038 ± 0.0005 سيكون دليلا قويا لصالح P C T S . استبعاد هذه القيمة ($r < 0.002$) سيدحض النموذج الحالي بشكل شبه قاطع . التمييز عن إشارات العدسة و الغبار يتطلب تحليلا متعدد الترددات .

الكشف عن التشوه اللوغاريتمي في $P(k)$: تحليل طيف القدرة من المسوحات الطيفية D E S I (بيانات كاملة) و Euclid (منتصف العقد 2030) سيكون حساسا لتشوه بنسبة ~ 1 . 2 % . البحث عن النمط المميز $\propto \ln(k/k_*)$ و ليس مجرد تغير عام في السعة هو الاختبار الحاسم . التمييز الإحصائي عن نماذج الطاقة المظلمة المعدلة الأخرى سيتطلب تحليلا متطورا للملاءمة المشتركة .

تحديد دقيق لـ $H(z)$ عند انزياحات حمراء منخفضة : قياسات جيمس ويب باستخدام مسافات السيفيدات و المستعرات العظمى يمكنها رسم منحنى $H(z)$ بدقة < 1 % عند $z < 0.15$. يجب أن يظهر هذا المنحنى انزياحا نسبيا $\Delta H/H \approx 0.083$ عند $z \approx 0$ ، يتناقص تدريجيا مع z . أي اختلاف جذري عن هذا السلوك سيقيد النموذج بشدة .

4 . 2 تجارب غير تقليدية و " خارج الصندوق "

شبكات الساعات البصرية الفضائية : نشر ساعات بصرية فائقة الدقة على أقمار صناعية في مدارات مختلفة (مثل محطة الفضاء الدولية ، نقاط لاغرانج) . مقارنة معدلاتها النسبية على فترات طويلة (شهور إلى سنوات) للبحث عن انحرافات منهجية متراكمة لا تُفسر بالنسبية العامة وحدها . أي انحراف متراكم و منسق قد يُعزى لتدرجات عالمية في $\delta\tau$. التأثير المباشر : سيكون $\delta\tau$ محسوبا في فرق توقيت الساعات و سيدخل كمعلمة في معادلات معايرة الاستقرار طويل الأمد .

تحليل الارتباط المتقاطع عالي الدقة : البحث عن ارتباط إحصائي ضعيف بين خرائط الانزياح الأحمر الدقيقة للمجرات القريبة ($z < 0.1$) و خرائط تباين درجة حرارة C M B ($\delta T/T$) . إذا كان $\delta\tau$ يؤثر على الانزياح الأحمر المرصود ، و قد ترك $\delta\theta$ بصمة في C M B ، فقد يكون هناك توقيع مترابط ضعيف على المقاييس الزاوية الكبيرة ، يمكن اكتشافه بتحليل إحصائي متقدم (مثل تحويل الموجة المستمر (C W T) لخرائط الطور ، أو وظائف مينكوفسكي (Minkowski functionals) للتوزيعات الطورية) .

توقيت النبضات النابضة (P T A) و الضوضاء الزمنية الكونية : تحليل بيانات شبكات توقيت النبضات النابضة (مثل N A N O G r a v) للبحث عن مكونات ضوضاء زمنية مشتركة ذات طيف مميز لا يمكن تفسيره بالكامل بموجات الجاذبية من الثقوب السوداء الثنائية فحسب . قد يكون للتأثيرات طويلة المدى المرتبطة بـ

$$\sigma_y(\tau) \propto \tau^{-1/2}$$

توقيعاً في بيانات التوقيت على مقاييس زمنية طويلة .

التداخل الضوئي الكوني (مقترح مستقبلي) : قياس انزياح الطور الزمني في الضوء القادم من مصادر كونية مضغوطة زمنيا (مثل دفقات الراديو السريعة F R B s) . مقارنة تطور طور الإشارة مع النماذج القياسية ، و البحث عن شذوذات متسقة مع مرور الإشارة عبر مناطق ذات $\delta\tau$ مختلفة .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

5 . 1 معالجة الثغرات الأنطولوجية و الرياضية : ما يقدمه P C T S

النظرية السابقة : الفيزياء الكلاسيكية (نيوتن)

الثغرة الأساسية : الزمن مطلق و غير متفاعل .

الحل الذي يقدمه P C T S : يجعل الزمن حقل ديناميكيا (Ψ) يتفاعل مع المادة .

ما الذي يفسره P C T S و لا تفسره النظرية السابقة ؟ : نظرة ديناميكية للزمن تسمح بتفسير الانزياح الأحمر كتأثير فيزيائي ، و ليس مجرد ظاهرة حركية .

النظرية السابقة : النسبية العامة (كزمن هندسي)

الثغرة الأساسية : الزمن بعد سلبي . لا آلية داخلية لـ سهم الزمن أو مصدر اضطرابات الكثافة .

الحل الذي يقدمه P C T S : يقدم θ كمصدر لاضطرابات الطور . يعرف $I(\tau)$ لربط سهم الزمن بالإنتروبيا المعلوماتية .

ما الذي يفسره P C T S و لا تفسره النظرية السابقة ؟ : مصدر كمي داخلي للاضطرابات الأولية من الحقل الزمني نفسه . صياغة كمية لسهم الزمن عبر

$$\frac{dI}{d\tau} \geq 0$$

النظرية السابقة : ميكانيكا الكم (معضلة الزمن)

الثغرة الأساسية : " مشكلة الزمن " : الزمن معامل خارجي .

الحل الذي يقدمه P C T S : يعامل الزمن كحقل شبه كلاسيكي فعال على النطاق الكوني (يتجنب المشكلة مؤقتا) .

ما الذي يفسره P C T S و لا تفسره النظرية السابقة ؟ : إطار فعال يسمح بدراسة تأثيرات زمنية ديناميكية على المقاييس الكونية دون الدخول في تعقيدات التكميم الكامل للجاذبية .

النظرية السابقة : نظرية الأوتار / الجاذبية الكمية

الثغرة الأساسية : غياب تنبؤات قابلة للاختبار على المقاييس الكونية الحالية .

الحل الذي يقدمه P C T S : يقدم تنبؤات كمية محددة و قابلة للاختبار خلال عقد ($r, \Delta P/P, H_0$ المحلي) .

ما الذي يفسره P C T S و لا تفسره النظرية السابقة ؟ : قابلية التكذيب العالية و القريبة ، مع بنية رياضية مغلقة و واضحة يمكن محاكاتها و اختبارها .

ملاحظة جوهرية : من المهم التأكيد على أن P C T S لا تحل جميع مشاكل الجاذبية الكمية (مثل مشكلة التفرد أو ميكانيكا الثقب الأسود) . هو نموذج فعال (effective theory) يهدف إلى سد فجوات في وصفنا الحالي للكون على المقاييس الكبيرة ، مع تقديم تنبؤات قابلة للاختبار .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

2 . 5 نقاط القوة و الضعف الجوهرية لنموذج P C T S

نقاط القوة :

الاتساق الداخلي و الإغلاق الرياضي : نظام من 22 معادلة مع 22 ثابتا يمكن محاكاته رقميا .

الربط الكمي المباشر و الاقتصاد البارامتري : معلمة وحيدة صغيرة ($0.0175\epsilon_\tau =$) تربط بنجاح بين عدة ظواهر ($n_s, \Delta H/H, \Delta P/P$) .

قابلية الاختبار العالية و الواضحة : تنبؤات رقمية محددة لقياسات ستجري خلال العقد القادم . تحديد سيناريوهات واضحة للتكذيب .

حل كمي مباشر لتوتر هابل : آلية ($\partial_z(\delta\tau)$) تفسر الفارق في H_0 كتأثير محلي ، مع الحفاظ على نجاح Λ C D M عند الانزياحات العالية .

الجسر المفاهيمي : يربط بشكل طبيعي بين فيزياء الزمن ، نظرية المعلومات ($I(\tau)$) ، و البنية الكونية .

نقاط الضعف و التحديات :

الافتراضية الأساسية : طبيعة الحقل المركب Ψ و وجوده هي افتراض جوهري دون دليل مستقل حالي .

صغر التأثيرات و صعوبة القياس : معظم التنبؤات على حافة الدقة القياسية الحالية ، مما يجعل التمييز عن المؤثرات النظامية صعبا .

الافتقار إلى الأساس الكمي العميق : النموذج في صيغته الحالية شبه كلاسيكي و لا يقدم نظرية كمومية مكتملة للحقل .

التعقيد و التكلفة : بعض الاختبارات المقترحة (شبكات الساعات الفضائية) تحتاج استثمارات تقنية و مالية كبيرة .

الباب السادس : الخلاصة ، الجدة العلمية ، و التوقعات

1 . 6 الجدة العلمية المطلقة و المساهمات الأصلية

صياغة الزمن كحقل مركب ديناميكي : لأول مرة يُصاغ الزمن رياضيا كحقل

$$\Psi = \tau e^{i\theta}$$

ذي سعة و طور ، مع موتر طاقة – إجهاد خاص ، مما يرفعه من مرتبة الخلفية إلى مرتبة الفاعل .

الربط الثلاثي الكمي عبر معلمة وحيدة : ربط $0.0175\epsilon_\tau =$ بنجاح مع n_s (باتفاق تام) ، $\Delta H/H$ (بحل التوتر) ، و $\Delta P/P$ (بتنبؤ جديد) .

إطار رياضي مغلق و شامل : نظام معادلاتي كامل يمكن اختباره رقميا دون غموض .

ربط الزمن بالمعلومات الكونية : تعريف $I(\tau)$ كإنتروبيا معلومات للطور يخلق جسرا رياضيا بين فيزياء الزمن و نظرية المعلومات .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

6 . 2 التوقعات المستقبلية و الفوائد المتوقعة

المدى القريب (2024 – 2035) : توجيه تجارب C M B – S 4 , Euclid , D E S I للبحث عن $0.0038r \approx$ و $1.2\%\Delta P/P \approx$.
إذا نجح في تفسير H_0 و n_s معا ، سيقلل الضغط لتعديلات Λ C D M الجذرية .

المدى المتوسط (2035 – 2050) : في حال تحقيق تأكيدات أولية ، قد يؤدي إلى نشوء فرع من علم القياس الزمني الكوني ، باستخدام القياسات الزمنية فائقة الدقة كمجس للطاقة المظلمة .

المدى البعيد و الفلسفي : يوفر إطارا لاستكشاف العلاقة بين الزمن ، المعلومات ، الإنتروبيا ، و التعقيد الكوني بشكل كمي .

6 . 3 توقعات مصيرية قابلة للتحقق

2025 – 2030 : ستستمر قياسات جيمس ويب المستقلة لـ H_0 في تأكيد أو نفي استمرار التوتر .

~ 2035 : بيانات C M B – S 4 ستكشف عن r بدقة $\sigma(r) \sim 0.0005$. $r = 0.0038 \pm 0.0005$ إما سيُؤكد أو يُستبعد بشكل قاطع .

~ 2030 – 2040 : تحليل الطيف من Euclid و D E S I الكامل سيُظهر إما انحرافا ذا دلالة إحصائية عن Λ C D M بصيغة لوغاريتمية ، أو سيضع قيودا صارمة .

6 . 4 الخاتمة المتواضعة

يقدم نموذج الزمن المرحلي السعوي (P C T S) محاولة طموحة لبناء إطار رياضي مغلق يعيد تصور الزمن . قوته في وضوحه الرياضي و قابلية اختتباره بشكل حاسم في المستقبل القريب . لا يدعي حل جميع ألغاز الزمن ، بل يقترح مسارا جديدا و محددا للاستكشاف . نقاط ضعفه معترف بها بوضوح : افتراضية الحقل الأساسي ، و صغر التأثيرات .

نقدم هذا العمل كفرضية علمية قابلة للتكذيب بشكل واضح و حاسم . سواء أكان مصير P C T S هو التأكيد من خلال اكتشاف $0.0038r \approx$ و تشوه $P(k)$ اللوغاريتمي ، أم الدحض باستبعاد هذه القيم ، فإن النتيجة ستكون تقدما ملموسا في معرفتنا . في كلا السيناريوهين ، تسهم الرحلة في تعميق فهمنا للكون ، و هذا هو الهدف الأسمى لأي سعي علمي جاد و متواضع .

ملحق : الفهرس المفاهيمي المُبسط

المفهوم : نموذج الزمن المرحلي السعوي
الرمز : P C T S
التعريف الموجه : الإطار النظري الكامل الذي يعامل الزمن كحقل مركب ديناميكي .
الوظيفة في النموذج : الإطار العام للفرضية .

المفهوم : الحقل الزمني المركب
الرمز : $\Psi(x)$
التعريف الموجه : $\Psi = (\tau_0 + \delta\tau)e^{i(\theta_0+\delta\theta)}$. الكيان الرياضي الأساسي .
الوظيفة في النموذج : يمثل الزمن الكوني المحلي بمكونيه الكمي و النوعي .

المفهوم : السعة الزمنية
الرمز : $\tau(x)$
التعريف الموجه : $\tau = \tau_0 + \delta\tau$. المقياس الكمي أو " الكمون " للزمن المحلي .
الوظيفة في النموذج : تحدد معدل تدفق الزمن و تتفاعل مع توزيع المادة .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

المفهوم : الطور الزمني
الرمز : $\theta(x)$
التعريف الموجه : $\delta\theta\theta_0 + \theta =$. الإيقاع أو التردد الأساسي للزمن .
الوظيفة في النموذج : يحمل المعلومات الكونية و ينظم تسلسل الأحداث ، مصدر اضطرابات الكثافة .

المفهوم : معامل التضخم البطيء
الرمز : ϵ_τ
التعريف الموجه : $(1/H)(dH/d\tau)\epsilon_\tau =$. يقيس معدل تغير θ أثناء التضخم .
الوظيفة في النموذج : المعلمة المركزية التي تربط $n_s, r, \Delta P/P$.

المفهوم : نسبة التضخم
الرمز : r
التعريف الموجه : $16\epsilon_\tau \Xi(\tau) r =$. سعة موجات الجاذبية البدائية .
الوظيفة في النموذج : التنبؤ الرئيسي القابل للاختبار بـ C M B – S 4 .

المفهوم : تشوه طيف القدرة
الرمز : $\Delta P/P$
التعريف الموجه : $\epsilon_\tau \ln(k/k_*)\Delta P/P =$. الانحراف اللوغاريتمي عن طيف Λ C D M .
الوظيفة في النموذج : التنبؤ القابل للاختبار بـ D E S I / Euclid .

المفهوم : إنتروبيا معلومات الطور
الرمز : $I(\tau)$
التعريف الموجه : $-\int p(\theta)\ln p(\theta)\, d\theta I(\tau) =$. مقياس تعقيد / معلومات توزيع θ .
الوظيفة في النموذج : يربط الزمن بنظرية المعلومات و يقترح تفسيرا لسهم الزمن .

المفهوم : توتر هابل المحلي
الرمز : $\Delta H/H$
التعريف الموجه : $\partial_z(\delta\tau)\Delta H/H =$. الانحراف النسبي في H_0 المرصود .
الوظيفة في النموذج : الحل الكمي الذي تقدمه P C T S للتناقض الرصدي .

المفهوم : عامل تخميد الطور
الرمز : $\Xi(\tau)$
التعريف الموجه : معامل يقلل سعة موجات الجاذبية البدائية بسبب تفاعلات الطور .
الوظيفة في النموذج : يضبط توقع r ليكون متوافقا مع القيود الرصدية القادمة .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

الموجز التنفيذي في عشر نقاط

الفرضية : الزمن حقل ديناميكي مركب $\tau e^{i\theta}\Psi =$ (سعة τ + طور θ) .

الرياضيات : إطار مغلق من 22 معادلة مشتقة من مبدأ فعل ، مع 22 ثابتا عدديا .

التوافق مع البيانات : $\epsilon_\tau = 0.0175$ يتنبأ بـ $n_s = 0.965$ (متطابق مع بلانك 2018) .

حل توتر هابل : نفس ϵ_τ مع τ_0 يعطي $H_{\text{obs}} = 73.0\,\text{km/s/Mpc}$ (متطابق مع S H 0 E S) .

تنبؤ رئيسي : $r \approx 0.0038$ (هدف واضح لتجربة C M B – S 4 القادمة) .

تنبؤ ثانوي : $\Delta P/P \approx 1.2\%$ عند $k = 0.1\,h/\text{Mpc}$ (قابل للقياس بـ D E S I / Euclid) .

اختبار مخبري : يقترح علاقة لضوضاء الساعات مرتبطة بالعمر الكوني ($\sigma_y \propto \tau^{-1/2}$) .

ربط مفاهيمي : يعرف إنتروبيا معلومات $I(\tau)$ لربط الزمن بالمعلومات الكونية .

قابلية التكذيب : يمكن دحضه بشكل حاسم خلال العقد القادم عبر قياسات r و $\Delta P/P$ و $H(z)$.

التواضع العلمي : نموذج استكشافي قابل للتطوير ؛ فشله سيكون تقدما معرفيا كما قد يكون نجاحه .

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Tel: +962 787 700 922
Hashemite Kingdom of Jordan
majedtayem@gmail.com

Copyright © Majed Abdul Rahman Ahmed Tayem
Hashemite Kingdom of Jordan
Tel: +962 787 700 922
majedtayem@gmail.com